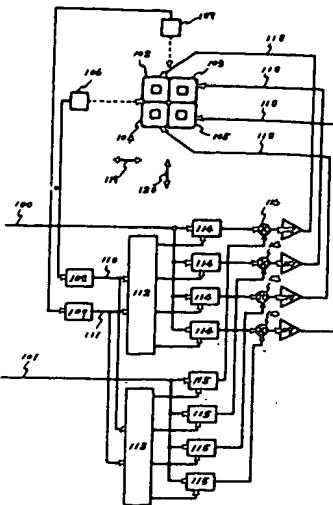


(54) TWO DIMENSIONAL ACCURATE POSITIONING DEVICE

(11) 58-175020 (A) (43) 14.10.1983 (19) JP
 (21) Appl. No. 57-56344 (22) 5.4.1982
 (71) TERUMETSUKU K.K. (72) TERUO ASAOKAWA
 (51) Int. Cl³. G05D3/00, B23Q15/22//G01B7/00

PURPOSE: To move a loading stand in high speed accurately, and to attain accurate positioning, by arranging four flat coils so as to shift them with each other in magnetic spaces which are perpendicular to a plane, directed in the opposite direction alternately and arranged in equal interval in the direction of two dimensions.

CONSTITUTION: The relation of position of the four coils 102, 103, 104 and 105 to a magnetic field is measured at position detectors 106, 107 and inputted to counters 108, 109. Outputs 110, 111 are measured at circuits 112, 113 and applied to each component of two sets of variable gain amplifier groups 114, 115, four amplifiers each as two sets of digital outputs distributed into the four coils, and the outputs are multiplied with X and Y analog drive signal inputs 100, 101. The output of the amplifier groups 114, 115 is summed at a summing point 116 at each coil, becomes a drive signal group 118 via a voltage current converter 117 to drive the corresponding coils.

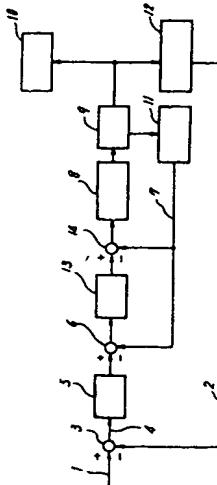


(54) SERVO DEVICE

(11) 58-175021 (A) (43) 14.10.1983 (19) JP
 (21) Appl. No. 57-56402 (22) 5.4.1982
 (71) MITSUBISHI DENKI K.K. (72) JIYUNICHI SATOU(1)
 (51) Int. Cl³. G05D3/12, G05B11/36

PURPOSE: To give the servo characteristics without fluctuation of angle even if an external disturbance is applied, by operating a difference between an output of an integrator and a speed signal proportional to the rotating speed of a motor and inputting the output to a servo amplifier.

CONSTITUTION: When the external disturbance torque such as a wind is applied to a radar antenna 10, an instantaneous angular error signal 4 is produced, but since the signal is integrated at an integrator 13 via a position amplifier 5 and a speed error operating device 6, when the output of the integrator 13 reaches an amplitude corresponding to the inverting torque, the signal 4 reaches zero. Since the signal for the generation of the inverting torque is not generated at a stage before the integrator 13, the directing angle of the antenna 10 is matched to a reference angle. Further, an error amplifier 14 prevents the servo system from being unstable due to the integrator 13.



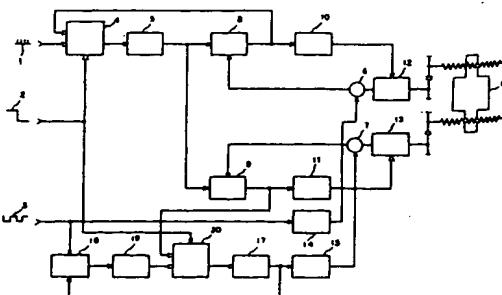
8: servo amplifier, 9: motor, 11: speed detector, 12: angle detector

(54) CONTROLLER OF SYNCHRONIZED OPERATION

(11) 58-175022 (A) (43) 14.10.1983 (19) JP
 (21) Appl. No. 57-56407 (22) 5.4.1982
 (71) MITSUBISHI DENKI K.K. (72) TADAKATSU YOKOI
 (51) Int. Cl³. G05D3/12

PURPOSE: To prevent a motor driving an axis B from being driven rapidly, at the application of power supply, by providing a phase discriminator, an input switching device and a phase modulator in the driving system of one axis two drive motor type.

CONSTITUTION: If the position of the axes A, B of the drive motors 12, 13 is shifted from the beginning, its error component is inputted to the phase discriminator as a phase difference between an output of the phase modulator 5 and an output of a position detector 7. While an error correction signal is given, the output of the phase modulator 9 is inputted to a phase modulator 17 through an input switching device 20 to shift the phase of an exciting amplifier 15, which shifts the phase of the output of the position detector 7, allowing to zero the output of the phase discriminator 9. When the error correction signal 2 is interrupted, a drive amplifier is operated, the drive motors 12, 13 are stopped, and the axes A, B are disconnected. When the phase of the output of the phase modulator 17 is shifted, the drive motor 13 is driven and the axis B is driven.



⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開
⑪ 公開特許公報 (A) 昭58-175020

⑫ Int. Cl. 3
G 05 D 3/00 識別記号 ⑬ 庁内整理番号
B 23 Q 15/22 7623-5H
// G 01 B 7/00 7716-3C
7355-2F ⑭ 公開 昭和58年(1983)10月14日
⑮ 発明の数 1
審査請求 未請求

(全 8 頁)

⑯ 二次元精密位置決め装置

⑰ 特 願 昭57-56344
⑱ 出 願 昭57(1982)4月5日
⑲ 発明者 浅川輝雄

埼崎市埼崎町祖母石2086-1番地

⑳ 出願人 株式会社テルメツク
埼崎市藤井町北下条大原2381-1

1

明細書

1. 発明の名称

二次元精密位置決め装置

2. 特許請求の範囲

1. 平面上に、平面と垂直で、かつ、方向が交互に反対方向を向いた磁気空間群を、二次元方向に、それぞれ等間隔に配列し、前記磁気空間内に、平板状に巻かれた4個のコイルを、相互にすらせて配置し、このコイルの組と前記磁気空間とは、前記平面にそつて、二次元方向に相対的に移動可能となつてゐる二次元電流運動変換器。

2. 特許請求の範囲1に示す装置に於いて、平板状に巻かれた各コイルの外形が、その磁界の各方向への配列間隔のほぼ2分の3に等しく、磁界の配列方向と平行な辺を持つほぼ四辺形であり、コイルの巻き幅は磁気空間の各方向への配列間隔のほぼ2分の1に等しく、従つて中心に各方向の巻き幅とほぼ同寸法を2辺とするほぼ四辺形の穴を有する口の字型であるもの。

3. 特許請求の範囲1に示す装置に於いて、平板状

に巻かれたコイルの位置関係が、1つのコイルを基準にして、これに対して1つは、ほぼ前記磁気空間の配列間隔の2分の1の奇数倍だけ平行移動されており、また1つは、前記コイルの移動と直交方向に、同じく、ほぼその方向の磁気空間の配列間隔の2分の1の奇数倍だけ平行移動されており、最後の1つは、基準としたコイルから前記2方向に、ほぼそれぞれの磁気空間の配列間隔の2分の1の奇数倍だけ、それぞれ移動された位置関係にあるもの。

4. 特許請求の範囲1に示す装置に於いて、一組以上のコイルを有し、移動子の位置に従つて、コイルの組を組み替え、もしくは組全体を切り換えて使用するもの。

5. 特許請求の範囲1に示す装置に於いて、複数の異なる制御を受ける移動子が、固定子を共有しているもの。

6. 特許請求の範囲1に示す二次元電流運動変換器及び、前記二次元電流運動変換器の可動子側に直結された二次元可動子位置検出器、更に、三次元

可動子位置検出器の示す値に従つて増幅倍率の制御を受ける増幅器群及び、電圧電流変換器群から構成される二次元駆動装置。

7. 特許請求の範囲 6 に示す二次元駆動装置に於いて、位置検出器の出力と、位置決め目標位置が等しくなるよう帰還を施した二次元精密位置決め装置。
8. 特許請求の範囲 6 及び 7 に示す装置に於いて、更にもう 1 組の二次元駆動装置と、可動子の姿勢の回転を検出可能な検出器とを追加し、可動子の回転に対する制御も可能とした装置。また、回転に対する制御を施した事により、ガイドレールを必要としない装置。
9. 特許請求の範囲 6 に示す二次元駆動装置に於いて、増幅倍率の制御を受ける増幅器が 4 象限乗算型デジタル・アナログ変換器であること。
10. 特許請求の範囲 6 に示す二次元駆動装置に於いて、可変倍率増幅器に与える倍率制御信号は、デジタルカウンタより計算機、もしくはリードオブリーメモリーを通して与えられること。

しく、又、分解能を得ようとするとネジのピッチが細かくなる事などにより一般的には移動速度も遅い。このため載物台を二重構造にし、微少な変位を別に与える構造をとる例が多く、機械的に複雑となり高価であった。一方、最近は DC リニアモーターの開発が進み、1 ミクロン以下の高分解能と高速な移動の双方に非常に良い結果が得られている。しかしネジ送りによる方法も、リニアモーターによる方法も、共に載物台には直線運動を与える事しかできないにもかかわらず一般的には載物台は平面上を二次元運動しなければならない場合が多く、それぞれ直交する線型駆動源と、その駆動方向以外の動きを拘束するガイドレール等を用いて X-Y 直交座標系を構成するのが一般的であつた。

本発明の目的は、二次元に移動可能な電流運動変換装置を供給する事により二重構造やガイドレールによらず簡単な機構によつて、高速かつ高精度に二次元の位置決めを行なう装置を供給する事にある。

11. 特許請求の範囲 6 に示す二次元駆動装置に於いて、二次元の移動のための軸受けとして平板型静圧空気軸受を使用した装置。

12. 特許請求の範囲 1 に示す装置に於いて、固定子表面を平坦に加工し、この面をも静圧空気軸受が移動可能としたもの。
13. 特許請求の範囲 6 及び 7 に示す装置に於いて、二次元移動子位置検出器としてレーザー測長器を使用した装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、載物台を高速高精度に移動させて、精密な位置決めを行なう装置に関する。

本発明の目的は特に、半導体製造装置等に使用される極めて高精度な載物台を二次元に、高速高精度に移動停止させることにある。

従来、この種の載物台の駆動手段としては、ステップモーター又は、回転型直流サーボモーターを使用し、送りネジ等で回転運動を直線運動に変換する方法が一般的であり、その構造上 1 ミクロン以下の微少な動きを載物台に与える事はむづか

以下、図面によつて、本発明に係る二次元精密位置決め装置の一例について説明する。

第 11 図は、本発明に係る二次元精密位置決め装置の一例の略図及び構成を示したものである。第 11 図に於いて、150 が載物台で、この例では、矢印 151、152 及び 153 で示す方向にのみ移動可能である。以後第 11 図に関して、矢印 151 の方向を X 方向、矢印 152 の方向を Y 方向、矢印 153 の方向を θ 方向と呼ぶ。載物台は、例えば、157 に示す如く、平板型静圧空気軸受を配置する事などにより、極めて軽い力で、X、Y 及び θ 方向に動かす事が可能である。

154、155 及び 156 は、後に詳しく述べる本発明に係る二次元電流運動変換器の構成要素であり、154 が磁界を構成する固定子、155 及び 156 は共に移動子となるコイル群である。二組の移動子は、載物台底部に、X 方向に間隔を置いて取り付けられ、固定子 154 の磁界を共有し、その移動平面は、載物台の移動平面と平行になつてゐる。

特開昭58-175020 (3)

各々の駆動コイル群は、同時にX方向及びY方向の力を発生させる能力を持ち、二組のコイル群を間隔を持つて使用する事により、θ方向の力を得る事が可能である。二組のコイル群は、この例ではX方向に間隔を持つていて、X-Y平面内の任意の方向に間隔を持たせる事が可能であり、この例では、磁界が固定子、コイル群が移動子となっているが、この関係を逆にする事も可能である。又、磁界構成部材の面積を小さくし、かつ、広い運動面積を得るために、更にいくつかのコイルを加え、移動子の位置に従つてこれを切り換えて使用する事も可能である。

158, 159, 160及び161は、載物台150の現在位置を知るための位置検出器の構成要素であり、この例では、従来から良く知られている平面鏡を用いたレーザー測長器を使用しているが、載物台150のX, Y及びθ方向の変位はそれぞれ知る事の可能な検出器であれば、種類は問わない。158は高い精度を持つた平面鏡であり、159, 160及び161はレーザー測長器

の各軸の検出器である。159によってX方向の変位を、160及び161によって載物台の二カ所に於けるY方向の変位を得ており、160と161の差によってθ方向の変位を知る。この例で使用されているレーザー測長器は平面鏡使用にて、0.079ミクロン以下の高い分解能を持つ。

162, 163及び164はそれぞれ載物台のX及び二カ所に於けるYの方向の、磁界とコイル群の位置関係を保持しているカウンターであり、位置検出器159, 160及び161の出力によつて、それぞれ常に更新されている。

165, 166及び167は、位置検出器159, 160及び161からの信号により、載物台150の現在位置を常に保持しているカウンターであり165は載物台のX方向の現在位置を、166, 167は載物台の二カ所に於けるY方向の現在位置を示しており、165, 166及び167の出力は、それぞれデジタル減算器170, 171及び172に与えられている。一方168及び169は、それぞれX方向及びY方向の停止目標位置を

示すデジタル信号であり、168は減算器170に、169は減算器171及び172に与えられる。従つてデジタル減算器170の出力は、X方向の停止目標位置と現在位置との差、すなわちX方向の位置誤差デジタル信号となり、同様に171及び172の出力は、Y方向位置誤差デジタル信号となる。

170, 171及び172の出力は、それぞれ173, 174及び175に示すデジタル・アナログ変換器によって、アナログ信号176, 177及び178となる。従つて176はX方向位置誤差アナログ信号、177及び178はそれぞれ二カ所に於けるY方向位置誤差アナログ信号となる。

176, 177及び178は、加算点185, 186及び187に加えられると共に、微分器179, 180及び181にてそれぞれ微分され、各々の速度信号となつて加算点185, 186及び187に符号を反転して加算され、更に積分器182, 183及び184にてそれぞれ積分された信号が微少変位に対する応答改善のために同じく加算点

185, 186及び187に加算され駆動要求信号188, 189及び190となる。

194及び195は共に、後述する本発明に係る二次元駆動装置を構成する駆動力配分割御回路であり、X方向及びY方向の駆動要求信号をコイルと磁界との位置関係に従つて、各個のコイルに電流として正しい割合で配分し、駆動要求信号の大きさと極性に比例した駆動力を得る回路である。

194には、X方向駆動要求信号として188が、Y方向駆動要求信号として189が、更に、X方向の磁界とコイルの位置関係信号として191が、Y方向の磁界とコイルの位置関係信号として192が入力され、コイル群155を制御する信号群196が outputされる。同様に195にはX, Y各方向駆動要求信号として188, 190が、X, Y各方向の磁石とコイルの位置関係信号として191, 193が入力され、コイル群156を制御する信号群197が outputされる。従つてコイル群155及び156は駆動要求信号188と189及び188と190にそれぞれ比例した力を発生

し、載物台150の位置及び、姿勢を修正する。

この系は、162, 163, 164, 194, 195, 154, 155, 156をまとめてX, Y及びθ方向の駆動力を持つ直流モーターとみなせば、従来から良く知られている直流サーボ系に等しい。従つて載物台150は168, 169で与えられるX-Y座標位置に向かつて移動し、与えられた座標と位置検出器から得た座標とが等しくなる位置に停止する。更に、二点あるY方向位置検出器160及び161から得た座標が、共に、169と等しくなる様に帰還されているから、載物台150はガイドレールを必要とせず、しかも回転を生じない。

本発明の構成は、このように基本的には、従来から良く知られている直流サーボ系の構成であるが、従来では回転型直流モーターもしくは、リニア直流モーターであるところの駆動装置が、154 155及び156で示される特殊な二次元電流運動変換器となつており、その制御回路162, 163 164, 194, 195と共に、特殊な二次元駆

動装置となつてている。

本発明の更に他の目的は、この移動範囲の広い二次元駆動装置を提供する事にあり、基本的には無限に広くする事が可能である。以下、この二次元駆動装置をなわち、二次元電流運動変換器及びその駆動回路について説明する。

本発明に係る二次元電流運動変換器は、磁界の中におかれたコイルに通電した時に発生する力を利用するものであり磁界側、又は、コイル側のどちらを固定子として扱つても良い事は勿論であるが、以下の説明では、便宜上、磁界側を固定子、コイル側を移動子として扱う。

まず、第1図に磁界の一例の模式的な図を示す。第1図に於いて、11は磁路の一部を形成し、かつ永久磁石を保持する部材であり、12は永久磁石で矢印13, 14の軸方向に着磁されており、矢印15及び矢印16の方向に、それぞれ等間隔にしかも、N, S交互に並べられている。従つて磁界の向きは、矢印13方向と矢印14方向とが交互に並ぶことになる。

第2図は、第1図の平面図であり、21は11 22は12にそれぞれ対応する。24, 26は磁界の周期であり、23, 25は永久磁石の配列間隔すなわち磁界の配列間隔である。

この例では、軟鉄の板の上に永久磁石を配置した物であるが、上記の磁気空間さえ得られれば、勿論、種類及び構造は問わない。

一方、コイルの一例を第3図、その配列の一例を第4図に示す。31, 34はコイルの外形寸法であり、この例では第2図に於ける、磁界の配列間隔23及び25のそれぞれ2分の3にはほぼ等しい寸法である。32, 35はコイルの巻き幅であり、この例では磁界の配列間隔23及び25のそれぞれ2分の1にはほぼ等しい寸法である。従つてコイル中央には、磁界の配列間隔23及び25のそれぞれほぼ2分の1の寸法33, 36で示されるような穴を持つ。39はコイルの中心線であり、37, 38はそれぞれ磁界と配列間隔23及び25のそれぞれ2分の3にはほぼ等しい寸法となつてゐる。後述するこの二次元電流運動変換器の制御方

法によると、コイルは第3図に示すような正方形もしくは長方形が望ましいが、円に近いものや、だ円に近いものでも可である。

次に、第4図を用いてコイルの配列について説明する。本発明に係る二次元電流運動変換器には少なくとも4個のコイルが必要となり、これらが一組となつて力を発生する。4個以上のコイルを備え、同時もしくは切り換えて使用する事も可能であるが、これらは、コイル4個の場合と原理的に、何ら異なるものではないから、コイル4個の場合を例にとつて説明する。

43, 44, 45, 46はそれぞれ第3図に示したコイルである。この例では、コイル44はコイル43を矢印41の方向に、この方向の磁界の配列間隔のほぼ2分の3だけ平行移動した位置にあり、コイル45はコイル43を矢印42の方向に、この方向の磁界の配列間隔のほぼ2分の3だけ平行移動した位置にあり、更にコイル46はコイル43を、矢印41, 42の両方向にそれぞれの方向の磁界の配列間隔のほぼ2分の3ずつ移動

した位置にある。この例では、全て、磁界の配列間隔の2分の3ずつ移動させたが、原理的にはそれぞれの寸法は磁界の配列間隔の2分の1の奇数倍であれば良い。

第5図は、第2図に示した磁界の分布と、第4図に示したコイル群の関係を平面的に示す。第5図に示す状態に於いて、コイル5-3に電流を流しても、対角線上にある同方向の磁界より受ける力が、打ち消し合つて力は発生しない。一方、コイル5-4に電流を流すと、矢印5-8の軸上に、電流の向きに従つた方向に駆動力を発生する。同様にコイル5-5に電流を流すと、矢印5-7の軸上に、電流の向きに従つた方向に駆動力を発生する。コイル5-6は、磁界から外れており、駆動力は発生し得ない。この各コイルの駆動能力は、コイルの位置の変化に従つて周期的に変化するが、まず、この変化を矢印5-7、もしくは5-8の一次元方向について説明する。

第6図と第7図は、第5図の矢印5-7、もしくは5-8に於ける断面の例である。第6図と第7図

の相異点は、磁束の帰路の成方法である。第6図に於いて、6-1, 6-2は磁界を形成する固定子であり、6-7, 6-8はその磁束の帰路となるもう一つの固定子であり、磁束は矢印6-5に示すように隣り合つた永久磁石の組との間で、各々、効率良く閉じている。6-3, 6-4はコイルであり、矢印6-6の方向に移動平面を持つ。一方、第7図に於いては、7-1, 7-3が磁界を形成する固定子であり、その磁束は移動子のコイル7-4, 7-5と共に移動する磁気導体7-2を通つて、矢印7-6の如く閉じる。7-7は移動子の移動平面である。いずれの場合も、コイルの駆動能力の変化は、第8図に示すようになる。第8図に於いて、矢印8-1はコイルの移動方向、矢印8-2はコイルの駆動能力の大きさ方向である。8-5, 8-4はそれぞれコイル6-3, 6-4もしくは、7-4, 7-5の駆動能力曲線であり、一般に磁路の形状により、磁界の周期8-3を周期とする三角波、台形波もしくは正弦波形等に近いものとなる。又、二つのコイルの駆動能力曲線は、ほぼ90度の位相関係にあり、片方が

0の時にも他方が駆動能力を有する事になる。更に、第8図に示す駆動能力曲線は、第5図の矢印5-7及び5-8の双方向について、各々、独立に同様な曲線となるから、移動平面上の任意の位置に於ける駆動能力の各軸成分は、その積となる。

この各軸成分のベクトル和が、移動平面上の任意の位置に於ける駆動能力となる。これを第9図に模式的に示す。

第9図は、1つのコイルに、一定の直流電流を流して、固定子の形成する磁界内を移動させた時コイルに働く力を、コイル位置に対して図示したものであり、図中の矢印の向き及び長さは、それぞれ、その位置に於いて働く力の方向と大きさを表わしている。ここで、9-1, 9-2はそれぞれの方向の磁界の配列間隔である。

前述のように、4個のコイルの位置関係は各軸方向にそれぞれ磁界の配列間隔の2分の1の奇数倍であるから、4個のコイルは、第9図上に於いて、例えば9-3, 9-4, 9-5, 9-6のような相互の位置関係を保つて移動している。従つて4個の

コイルには、各々、方向及び大きさの異なる力が働く。そこで、この4個のコイルに与える電流の配分を調整する事により、コイル群は、その移動平面上の任意の方向へ任意の大きさの駆動力を発生させる事ができる。

しかし、一般にこの分配比は、磁束の分布やコイルの形状等により異なつた、コイル群位置に関する複雑な関数となる。

第10図は、この電流配分を行なう系の一例のプロット図である。10-0, 10-1は外部からのX及びY方向への駆動信号入力であり、この例では大きさ及び符号を持つたアナログ信号である。10-2, 10-3, 10-4, 10-5は各々コイルであり、このコイル群の磁界との位置関係は、位置検出器10-6, 10-7により測定され、カウンタ10-8, 10-9に常に保持されている。従つて、11-0, 11-1はそれぞれX, Y方向の磁界とコイルの位置関係を示すデジタル信号である。11-2, 11-3は共にX, Y各方向の駆動信号を、コイル位置信号11-0, 11-1に従つて、それぞれ4個

のコイルに分配するための係数として各々、4つのデジタル値を送出する回路であり、この例ではリードオンリーメモリーを使用する事によつて、複雑な関数となる配分比を必要なだけ細かく近似可能としている。

112, 113からの二組のデジタル出力は、114及び115に示す、各4個から成る二組の可変利得増幅器群の対応する各構成要素に供給され、それぞれ100及び101に示すアナログ入力との間で乗算が行なわれる。この例では114及び115はそれぞれ4象限乗算型デジタル・アナログ変換器群である。

114, 115の各増幅器群によつて、各コイル用に配分された駆動要求信号は、各コイル毎に加算点116で加算され、各々、電圧電流変換器117を経て、駆動信号群118となりそれぞれ対応するコイルを駆動する。

このようにして、100, 101で示した駆動要求信号に対応し、その方向及び大きさに比例した119, 120各方向の駆動力成分を得る事が

できる。以上が本発明に係る、二次元駆動装置の動作原理であり、これは従来の直流モーターの性質と等しく、従つて既存の直流サーボ系の中に組み込む事が可能である。

以上で、本発明に係る二次元精密位置決め装置の一例についての動作説明を終るが、本発明の主旨を変更することなく、載物台の形状や永久磁石、コイル等の形状、配置等が変更可能であることは勿論である。

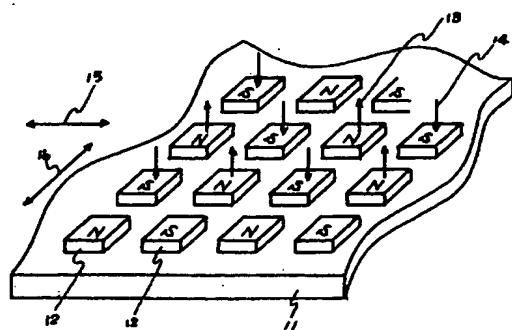
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る二次元精密位置決め装置の二次元電流運動変換器部分の磁界構成部分の見取り図、第2図は同上の平面図、第3図は本発明に係る、二次元電流運動変換器の駆動コイル群のうち1つを取り出した形状図であり、第4図は駆動コイルの配列図である。第5図は二次元電流運動変換器の磁界とコイル群との、移動平面上に於ける位置関係を示したものであり、第6図及び第7図はその磁路の構成方法に於いて異なる二通りの方法についての断面図である。

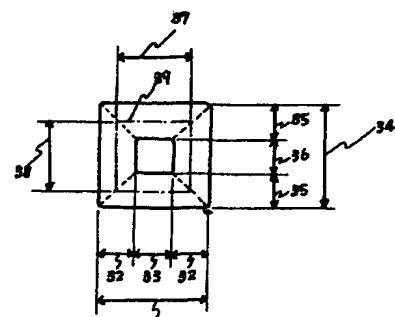
第8図は本発明に係る二次元電流運動変換器のコイル群の内、2つのコイルの一次元方向に於けるトルクカーブの例であり、第9図は1つのコイルのトルクの変化の二次元モデルである。

第10図は本発明に係る二次元駆動装置の制御系の構成を示すプロック図、第11図は本発明に係る二次元精密位置決め装置全体の構成を示すプロック図である。

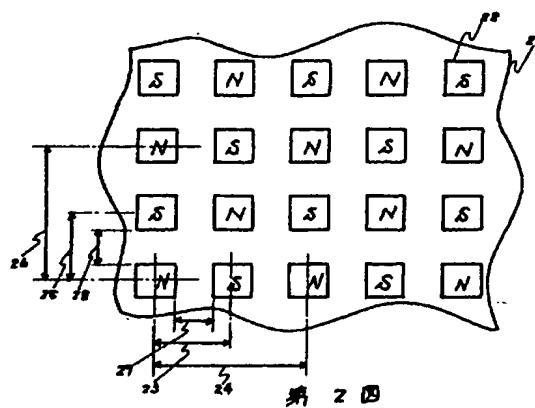
特許出願人 株式会社テルメック



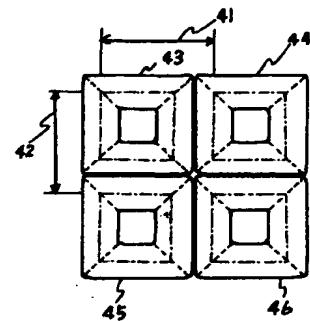
第 1 図



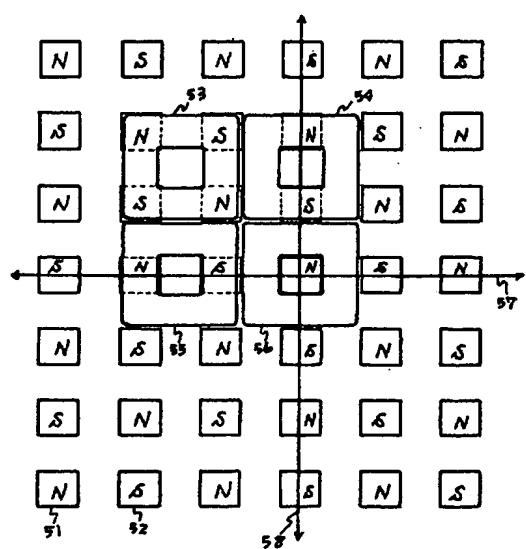
第 3 図



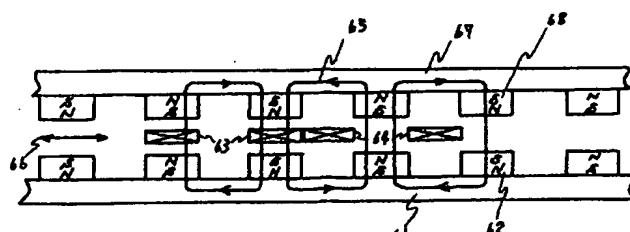
第 2 図



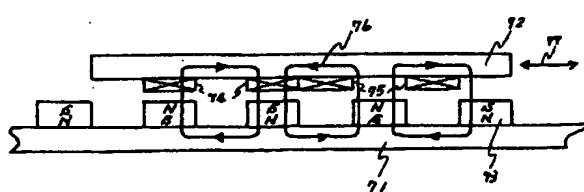
第 4 図



第 5 図



第 6 図



第 7 図

